

DERWENT-ACC-NO: 2000-202647

DERWENT-WEEK: 200018

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Piezoelectric transformer for portable  
electronic devices, has piezoelectric ceramic  
board divided into input and output units having internal  
electrodes laminated alternately and polarized  
along thickness direction

PATENT-ASSIGNEE: TOKIN CORP [TOHM]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0207735 (July 23, 1998)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO          | PUB-DATE         | LANGUAGE |
|-----------------|------------------|----------|
| PAGES           | MAIN-IPC         |          |
| JP 2000040844 A | February 8, 2000 | N/A      |
| 006             | H01L 041/107     |          |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO        | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO        |
|---------------|-----------------|----------------|
| APPL-DATE     |                 |                |
| JP2000040844A | N/A             | 1998JP-0207735 |
| July 23, 1998 |                 |                |

INT-CL (IPC): H01L041/107

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000040844A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Piezoelectric ceramic positive octagon board (11)  
is divided into  
input and output units (12,13) along the thickness direction.  
Input unit (12)  
has internal electrodes (15a,15b) laminated alternately.  
Output unit (13) has  
internal electrodes (16a,16b) laminated alternately.

Polarization of the internal electrodes of the input and output units are performed along the thickness direction. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for driving method of piezoelectric transformer.

USE - For portable TV, notebook type personal computer and various portable electronic devices.

ADVANTAGE - Achieves size reduction, enables mass production and has a thin shape. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the top view and the partially enlarged view of the piezoelectric transformer and the stress of the piezoelectric transformer in the primary oscillation mode.

(11) Piezoelectric ceramic positive octagon board; (12) Input unit; (13) Output unit; (15a,15b,16a,16b) Internal electrodes.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: PIEZOELECTRIC TRANSFORMER PORTABLE ELECTRONIC  
DEVICE PIEZOELECTRIC  
CERAMIC BOARD DIVIDE INPUT OUTPUT UNIT INTERNAL  
ELECTRODE LAMINATE  
ALTERNATE THICK DIRECTION

DERWENT-CLASS: V06

EPI-CODES: V06-L01A3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-151128

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-40844  
(P2000-40844A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 41/107

識別記号

F I  
H 0 1 L 41/08

テマコード\* (参考)  
A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-207735

(22)出願日 平成10年7月23日(1998.7.23)

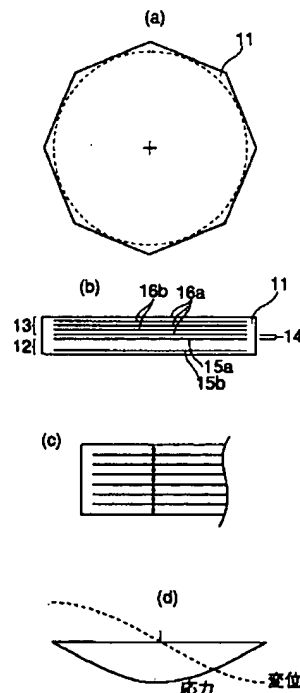
(71)出願人 000134257  
株式会社トーキン  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
(72)発明者 勝野 超史  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(72)発明者 胡 俊輝  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(72)発明者 布田 良明  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(74)代理人 100071272  
弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 圧電トランス及びその駆動方法

(57)【要約】

【課題】 薄型低背な積層型圧電トランスを入出力間の絶縁距離を確保した上で提供すること及びその積層型圧電トランスの駆動方法を提供することである。

【解決手段】 入力部12は入力用内部電極15a、15bを有し、電極間は厚み方向一層ごと逆向きに分極されている。出力部13は出力用内部電極16a、16bを有し、電極間は厚み方向逆向きに分極されている。入力部12と出力部13は圧電セラミックス正八角形板11の厚み方向に2分割されて配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミック正多角形板において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する入力部と、同様に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を持つ出力部を備え、前記入力部と前記出力部における前記各電極間は前記圧電セラミック正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】 圧電セラミックス正多角形板の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する入力部と、その外側に電極を有しない絶縁環状領域と、更にその外側に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の環状電極を有する出力部を備え、前記入力部と前記出力部における前記各電極間は前記圧電セラミックス正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項3】 圧電セラミックス正多角形板の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する出力部と、その外側に電極を有しない絶縁環状領域と、更にその外側に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の環状電極を有する入力部を備え、前記入力部と前記出力部では各電極間は前記圧電セラミックス正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項4】 請求項1記載の圧電トランスを駆動する方法において、該圧電トランスを前記圧電セラミックス正多角形板の径広がり1次振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

【請求項5】 請求項2又は3記載の圧電トランスを駆動する方法において、該圧電トランスを前記圧電セラミックス正多角形板の径広がり1次振動モードあるいは径広がり3次振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電セラミックス正多角形板において入出力に径方向振動を利用した圧電トランス及びその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】携帯テレビやノート型パソコンを始め各種携帯電子機器の普及にともない、これらの機器に直流電圧を供給するために商用交流電圧を電源とし直流電圧を出力するACアダプターが用いられている。ACアダプターに用いられている電子部品の中で体積が大きかつ、ACアダプターの変換効率に影響を及ぼすのが電磁トランスである。最近、ACアダプターに対する高効率化、小型低背化、電磁ノイズの低減や低消費電力の要求

が高まり、電磁式トランスに変わり、機械振動のエネルギーを変換媒体とする圧電トランスの検討がなされている。圧電トランスの効率は圧電トランス出力インピーダンスと負荷とのインピーダンスマッチングが重要であるが、ACアダプターの出力部に接続される各種携帯電子機器の入力インピーダンスはおおよそ数Ωから数十Ω程度である。圧電トランスの出力インピーダンスは各周波数 $\omega (=2\pi f)$ と出力側制動容量 $C_{d2}$ によって以下の数1に示す数式のように求まる。

【0003】

【数1】

$$R=1/\omega C_{d2}$$

【0004】ここで一例として $R=60\Omega$ 、 $f=120\text{ KHz}$ のとき $C_{d2}=22\text{ nF}$ となる。実用的な寸法のACアダプター用圧電トランスにおいてこのような大きな制動容量を確保するためには対抗内部電極による積層構造が必要となってくる。

【0005】出力側に対抗内部電極を採用する構造の一例として、圧電セラミックス円板の径方向振動を利用しながら、内部電極とセラミックスの積層方向が厚み方向とする構造が考えられる。径広がり1次振動モードは、各種振動モードの内最も電気機械結合係数が高く、更に最も周波数定数が高いという利点がある。ここで圧電トランスの出力電力 $P_{out}$ は、以下の数2に示されるような数式にて求められる。

【0006】

【数2】

$$P_{out} \propto k_{eff}^2 \times V^2 \times f \times m$$

【0007】ここで $k_{eff}$ は実効的電気機械結合係数、 $V$ は振動速度、 $f$ は駆動周波数、更に $m$ はトランスの質量である。上記した数2から、径広がり1次振動モード $k_r$ を用いた場合には、実効的電気機械結合係数 $k_{eff}$ 及び駆動周波数 $f$ が大きくなることから、他の振動モードと比較して、同一出力電力をより小さな体積で実現可能である。更に形状が円板状であるから、低背である上に、損失分の発熱量をより効率よく放熱することが可能である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、径広がり1次振動モードを用いる場合のデメリットとしては、第1に円板を厚み方向に分割して入出力部を設ける場合、入出力間距離が極めて接近していることから、入出力間の結合容量が大きくなり、伝導ノイズに対する耐性が小さくなってしまうことが挙げられる。第2のデメリットとして、入出力間の縁面距離が極めて小さく電源（ACアダプター用電源トランスでは通常2～3mm、強化絶縁でも0.5mm程度は必要）用に用いることができない。第3のデメリットとして、円板状構造は製造

が複雑で多くの工程を要する。

【0009】本発明の目的は薄型低背な積層型圧電トランスを出力間の絶縁距離を確保した上で提供すること及びその積層型圧電トランスの駆動方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、圧電セラミック正多角形板において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する入力部と、同様に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を持つ出力部を備え、前記入力部と前記出力部における前記各電極間は前記圧電セラミック正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランスが得られる。

【0011】又、本発明によれば、圧電セラミック正多角形板の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する入力部と、その外側に電極を有しない絶縁環状領域と、更にその外側に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の環状電極を有する出力部を備え、前記入力部と前記出力部における前記各電極間は前記圧電セラミック正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランスが得られる。

【0012】又、本発明によれば、圧電セラミック正多角形板の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の電極を有する出力部と、その外側に電極を有しない絶縁環状領域と、更にその外側に厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と電極が交互に積層された複数の環状電極を有する入力部を備え、前記入力部と前記出力部では各電極間は前記圧電セラミック正多角形板の厚み方向に分極されていることを特徴とする圧電トランスが得られる。

【0013】又、本発明によれば、前記圧電トランスを前記圧電セラミック正多角形板の径広がり1次振動モードあるいは径広がり3次振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法が得られる。\*

表1 振動子特性およびパワー特性

| 特性          | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4  |
|-------------|------|------|------|-------|
| $f_r$ (KHz) | 120  | 120  | 110  | 110   |
| $Cd2$ (nF)  | 22   | 20   | 20   | 18    |
| $Qm_2$      | 500  | 400  | 800  | 760   |
| $\gamma_1$  | 4.2  | 7.2  | 7.2  | 8.8   |
| $\gamma_2$  | 3.0  | 5.0  | 5.5  | 6.7   |
| 変成比         | 3:1  | 4:1  | 5:1  | 4.6:1 |
| 出力電力 (W)    | 16   | 15   | 16   | 14    |
| 温度上昇 (°C)   | 20   | 35   | 30   | 34    |
| 効率 (%)      | 91   | 88   | 93   | 92    |

\*【0014】

【作用】本発明の圧電トランスにより薄型低背な積層型圧電トランスを出力間の絶縁距離を確保した上で提供することが可能となる。

【0015】更に上記同様の特性をもった圧電トランスを製造の容易な正多角形板形状にて提供することが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態について図1を参照して説明する。本実施の形態に係る圧電トランスの寸法は一片が7.7mmの正八角形で、厚さ2.3mmである。図1(a)は本実施の形態に係る圧電トランスの平面図(点線は内部電極パターンである)であり、図1(b)は図1(a)の圧電トランスの内部構造を示した断面図あり、図1(c)は図1(b)の部分拡大図であり、図1(d)は図1(a)の圧電トランスの応力、変位分布図である。図1(b)に示されるとおり、内部電極パターンは入力部12として機能するものと出力部13として機能するものに分かれ、それぞれ圧電トランス正八角形板11の厚さ方向に2分割されて設けられている。

【0017】入力部12と出力部13の境界の中央領域には電極を有しない厚み0.3mmの正八角形状のセラミックの絶縁領域14が配置されている。図1(b)に示すように、入力部12には入力用内部電極15a、15bが配置され、圧電セラミック正八角形板11の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミック層と入力用内部電極が交互に積層され、図1(c)中の矢印で示すように厚み方向に分極されている。入力部は1層の積層構造である。出力部には同じく出力用内部電極16a、16bが配置され、厚み方向一層置きに、互いに厚み方向に逆向きに分極されている。出力部は4層の積層構造である。分極は入出力双方とも、150°Cのシリコンオイル中で1kV/nmの電界強度で行った。試作した圧電トランスの出力側に負荷抵抗60Ωを接続し、振動子定数とパワー特性を測定した結果を以下の表1に示す。

【0018】

【表1】

【0019】上記した表1では上段に微小振動時の振動\*50\*子定数、下段に負荷を接続した状態での振動子定数とバ

ワー特性が表示されている。ここで $f_r$ は共振周波数、 $C_{d2}$ は出力側制動容量、 $Q_{m2}$ は出力側機械的品質係数（損失係数の逆数）、 $r_1$ は入力側容量比、 $r_2$ は出力側容量比を示している。

【0020】次に本発明の第2の実施の形態について図2を参照して説明する。本実施の形態に係る圧電トランスの寸法は一辺が7.7mmの正八角形で、厚さ2.3mmである。図2(a)は本実施の形態に係る圧電トランスの平面図（点線は内部電極パターンである）であり、図2(b)は図2(a)の圧電トランスの内部構造を示した断面図あり、図2(c)は図2(b)の部分拡大図であり、図2(d)は図2(a)の圧電トランスの1次振動モードでの応力、変位分布図であり、図2(e)は図2(a)の圧電トランスの3次振動モードでの応力、変位分布図である。

【0021】図2(a)の点線で示された内部電極パターンに示されるとおり、内部電極パターンは圧電トランス正八角形板21の外周方向に絶縁領域24を介して2分割されて設けられている。中央部の内部電極パターンは入力部22として機能し、その周辺領域の内部電極パターンは出力部23として機能する。入力部22と出力部23の境界領域には電極を有しないセラミックスの絶縁領域24が配置されている。

【0022】図2(b)に示すように、入力部22には入力用内部電極25a、25bが配置され、圧電セラミックス正八角形板21の中心領域において厚み方向に圧電セラミックス層と入力用内部電極が相対向するように交互に積層されている。電極間は図2(c)の矢印で示すように、厚み方向一層ごと逆向きに分極されている。

【0023】出力部23には縁状もしくは環状の出力用内部電極26a、26bが配置され、圧電セラミックス正八角形板21の外周領域において厚み方向に圧電セラミックス層と出力用内部電極が相対向するように交互に積層されている。電極間は図2(c)の矢印で示すように、厚み方向一層ごと逆向きに分極されている。前記電極間の分極は入出力双方とも、150℃のシリコンオイル中で1kV/mmの電界強度で行う。

【0024】試作した圧電トランスの出力側に負荷抵抗60Ωを接続し、振動子定数と径広がり1次振動モードでのパワー特性を測定した結果を上記した表1に示す。

【0025】次に、本発明の第3の実施の形態について図3を参照して説明する。本実施の形態に係る圧電トランスの寸法是一片が20mmの正方形で、厚さ2.3mmである。図3(a)は本実施の形態に係る圧電トランスの平面図（点線は内部電極パターンである）であり、図3(b)は図3(a)の圧電トランスの内部構造を示した断面図あり、図3(c)は図3(b)の部分拡大図であり、図3(d)は図3(a)の圧電トランスの応力、変位分布図である。図3(b)に示されるとおり、内部電極パターンは入力部32として機能するものと出

力部33として機能するものに分かれ、それぞれ圧電トランス正方形板31の厚さ方向に2分割されて設けられている。

【0026】入力部32と出力部33の境界の中央領域には電極を有しない厚み0.3mmの正方形形状のセラミックスの絶縁領域34が配置されている。図3(b)に示すように、入力部32には入力用内部電極35a、35bが配置され、圧電セラミックス正方形板31の中心領域において厚み方向に相対向するように圧電セラミックス層と入力用内部電極が交互に積層され、図3(c)中の矢印で示すように厚み方向に分極されている。入力部は1層の積層構造である。出力部には同じく出力用内部電極36a、36bが配置され、厚み方向一層置きに、互いに厚み方向に逆向きに分極されている。出力部は4層の積層構造である。分極は入出力双方とも、150℃のシリコンオイル中で1kV/mmの電界強度で行った。試作した圧電トランスの出力側に負荷抵抗60Ωを接続し、振動子定数とパワー特性を測定した結果を上記表1に示す。

【0027】次に本発明の第4の実施の形態について図4を参照して説明する。本実施の形態に係る圧電トランスの寸法は一辺が20mmの正方形で、厚さ2.3mmである。図4(a)は本実施の形態に係る圧電トランスの平面図（点線は内部電極パターンである）であり、図4(b)は図4(a)の圧電トランスの内部構造を示した断面図あり、図4(c)は図4(b)の部分拡大図であり、図4(d)は図4(a)の圧電トランスの1次振動モードでの応力、変位分布図である。図4(a)の点線で示された内部電極パターンに示されるとおり、内部電極パターンは圧電トランス正方形板41の外周方向に絶縁領域44を介して2分割されて設けられている。中央部の内部電極パターンは入力部42として機能し、その周辺領域の内部電極パターンは出力部43として機能する。入力部42と出力部43の境界領域には電極を有しないセラミックスの絶縁領域44が配置されている。

【0028】図4(b)に示すように、入力部42には入力用内部電極45a、45bが配置され、圧電セラミックス正方形板41の中心領域において厚み方向に圧電セラミックス層と入力用内部電極が相対向するように交互に積層されている。電極間は図4(c)の矢印で示すように、厚み方向一層ごと逆向きに分極されている。

【0029】出力部43には縁状もしくは環状の出力用内部電極46a、46bが配置され、圧電セラミックス正方形板41の外周領域において厚み方向に圧電セラミックス層と出力用内部電極が相対向するように交互に積層されている。電極間は図4(c)の矢印で示すように、厚み方向一層ごと逆向きに分極されている。前記電極間の分極は入出力双方とも、150℃のシリコンオイル中で1kV/mmの電界強度で行う。

【0030】試作した圧電トランスの出力側に負荷抵抗

60Ωを接続し、振動子定数と径広がり1次振動モードでのパワー特性を測定した結果を上記した表1に示す。ここで構造的な見地から本実施の形態は上記した第2の実施の形態と比較して圧電トランスの外形形状が異なる他は同様である。

【0031】上記した第1～第4の実施の形態に係る圧電トランスの入力側、または出力側、若しくは入出力双方ともそれぞれ前記圧電セラミックス円板及び前記圧電セラミックス正方形板の径広がり1次振動モードで駆動させた例であるが3次振動モードで駆動させても同様の効果が得られる。尚、上記した第2の実施の形態に係る圧電トランスにおける径広がり3次振動モードでの応力、変位分布図を図2(e)に示す。

【0032】尚、上記した第2及び第4の実施の形態では入力部22、42はそれぞれ圧電セラミックス正八角形板21及び圧電セラミックス正方形板41の中心領域に設けられており、出力部23、43はそれぞれ圧電セラミックス正八角形板21及び圧電セラミックス正方形板41の外周領域に設けられているが、適切な積層数と面積が得られれば、入力部を外周領域に、出力部を中心領域に設けてもよい。

【0033】

【発明の効果】本発明の圧電トランスによれば、入力側、または出力側、あるいは双方とも径広がり1次振動モードkrを用いた、小型で低背な、量産性に優れた圧電トランスを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1の実施の形態に係る圧電トランスの構造を示した平面図であり、(b)は(a)の圧電トランスの内部構造を示した縦断面図であり、(c)は(b)の部分拡大図であり、(d)は(a)の

1次振動モードでの圧電トランスの応力、変位分布図である。

【図2】(a)は本発明の第2の実施の形態に係る圧電トランスの構造を示した平面図であり、(b)は(a)の圧電トランスの内部構造を示した縦断面図であり、(c)は(b)の部分拡大図であり、(d)は(a)の1次振動モードでの圧電トランスの応力、変位の分布を示した図であり、(e)は(a)の3次振動モードでの圧電トランスの応力、変位の分布を示した図である。

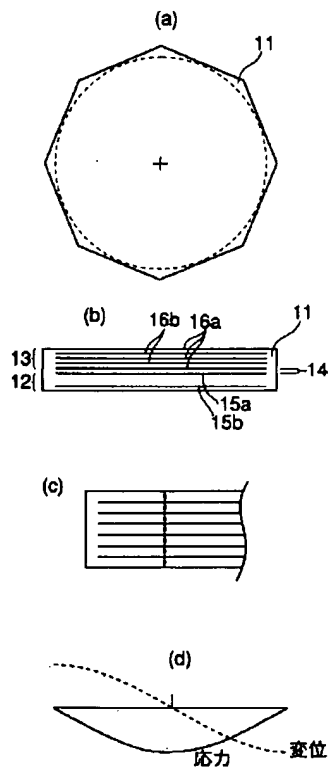
10 【図3】(a)は本発明の第3の実施の形態に係る圧電トランスの構造を示した平面図であり、(b)は(a)の圧電トランスの内部構造を示した縦断面図であり、(c)は(b)の部分拡大図であり、(d)は(a)の1次振動モードでの圧電トランスの応力、変位分布図である。

【図4】(a)は本発明の第4の実施の形態に係る圧電トランスの構造を示した平面図であり、(b)は(a)の圧電トランスの内部構造を示した縦断面図であり、(c)は(b)の部分拡大図であり、(d)は(a)の1次振動モードでの圧電トランスの応力、変位分布図である。

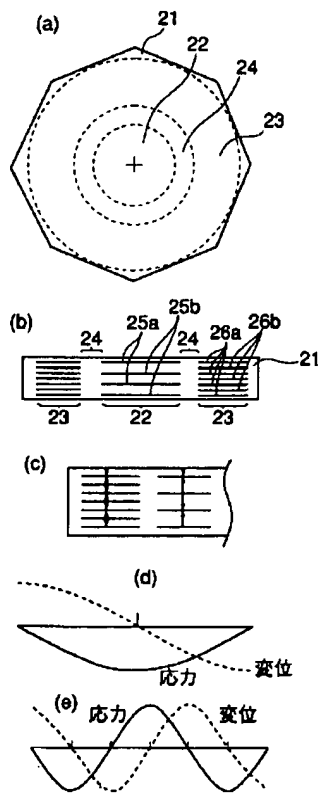
【符号の説明】

11, 21 圧電トランス正八角形板  
31, 41 圧電トランス正方形板  
12, 22, 32, 42 入力部  
13, 23, 33, 43 出力部  
14, 34 セラミックスの絶縁領域  
15a, 15b, 25a, 25b, 35a, 35b, 45a, 45b 入力用内部電極  
16a, 16b, 26a, 26b, 36a, 36b, 46a, 46b 出力用内部電極

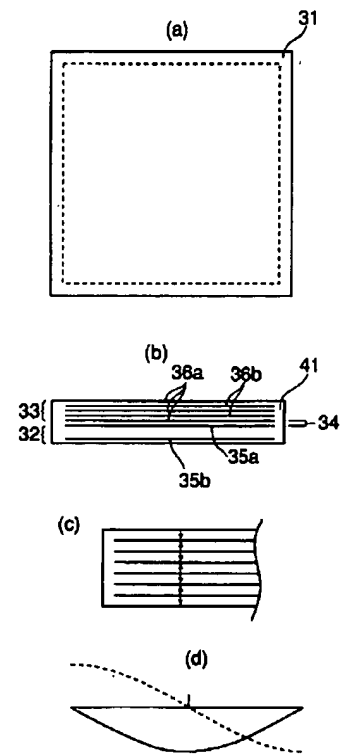
【図1】



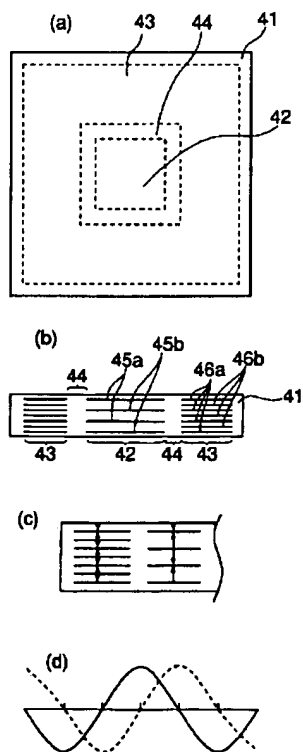
【図2】



【図3】



【図4】





\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The input section which has two or more electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in a piezo-electric ceramic regular-polygon plate, It is the piezoelectric transformer which is similarly equipped with the output section in which an electrostrictive ceramics layer and an electrode have two or more electrodes by which the laminating was carried out by turns in the thickness direction so that phase opposite may be carried out, and is characterized by carrying out polarization of said each inter-electrode one in said input section and said output section in the thickness direction of said piezo-electric ceramic regular-polygon plate.

[Claim 2] The input section which has two or more electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in the central field of an electrostrictive ceramics regular-polygon plate, It has the insulating ring domain which does not have an electrode on the outside, and the output section which has two or more annular electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be further carried out in the thickness direction on the outside. Said each inter-electrode one in said input section and said output section is a piezoelectric transformer characterized by carrying out polarization in the thickness direction of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate.

[Claim 3] The output section which has two or more electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in the central field of an electrostrictive ceramics regular-polygon plate, It has the insulating ring domain which does not have an electrode on the outside, and the input section which has two or more annular electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be further carried out in the thickness direction on the outside. It is the piezoelectric transformer characterized by carrying out polarization of each inter-electrode ones in the thickness direction of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate in said input section and said output section.

[Claim 4] The drive approach of the piezoelectric transformer characterized by making this piezoelectric transformer drive by the primary path breadth oscillation mode of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate in the approach of driving a piezoelectric transformer according to claim 1.

[Claim 5] The drive approach of the piezoelectric transformer characterized by making this piezoelectric transformer drive by the primary path breadth oscillation mode of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate, or the 3rd path breadth oscillation mode in the approach of driving a piezoelectric transformer according to claim 2 or 3.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the piezoelectric transformer which used the direction vibration of a path for I/O in the electrostrictive ceramics regular-polygon plate, and its drive approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to begin pocket television and a notebook sized personal computer and to supply direct current voltage to these devices with the spread of various pocket electronic equipment, a commercial alternating current electrical potential difference is used as a power source, and the output \*\*\*\* AC/DC adaptor is used in direct current voltage. the volume affects the conversion efficiency of an AC/DC adaptor greatly in the electronic parts used for the AC/DC adaptor -- electromagnetism -- it is a transformer. efficient-izing to recently and an AC/DC adaptor, the reduction in the small back, and electromagnetism -- reduction of a noise and the demand of a low power increase, it changes to an electromagnetic transformer, and examination of the piezoelectric transformer which uses energy 1 of mechanical vibration as a conversion medium is made. Although IMPI 1 dance matching with a piezoelectric transformer output impedance and a load is important for the effectiveness of a piezoelectric transformer, input IMPI 1 dance of the various pocket electronic equipment connected to the output section of an AC/DC adaptor is several [ about ] ohms to about dozens of ohms. Output IMPI 1 dance of a piezoelectric transformer can be found like the formula shown in following several 1 with each frequency omega (=2pif) and the output side braking capacity Cd2.

[0003]

[Equation 1]

$$R = 1 / \omega C_{d2}$$

[0004] It is set to Cd2=22nF as an example here at the time of R= 60 ohms and f= 120kHz. In order to secure such a big braking capacity in the piezoelectric transformer for AC/DC adaptors of a practical dimension, the laminated structure by the confrontation internal electrode is needed.

[0005] As an example of the structure which adopts a confrontation internal electrode as an output side, the structure which the direction of a laminating of an internal electrode and the ceramics makes the thickness direction can be considered, using the direction vibration of a path of an electrostrictive ceramics disk. The primary path breadth oscillation mode has the highest electromechanical coupling coefficient among the various oscillation modes, and has the advantage that a frequency constant is further the highest. It is the output power POUT of a piezoelectric transformer here. It asks with a formula as shown in following several 2.

[0006]

[Equation 2]

$$P_{out} \propto K_{eff}^2 \times V^2 \times f \times m$$

[0007] It is keff here. An effectual electromechanical coupling coefficient and V of the velocity of vibration and f are [ drive frequency and further m ] the mass of a transformer. When the primary path breadth oscillation mode kr is used from the above-mentioned several 2, it is the effectual electromechanical coupling coefficient keff. And from drive frequency f becoming large, the same output power is realizable by the smaller volume as compared with other oscillation modes. Furthermore, since a configuration is disc-like, it is possible to be the low back and to radiate heat more efficiently in lost calorific value upwards.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when dividing [ 1st ] a disk in the thickness direction and preparing the I/O section as a demerit in the case of using the primary path breadth oscillation mode, since the distance between I/O is approaching extremely, it is mentioned that the joint capacity during I/O becomes large and the resistance over a conduction noise becomes small. As the 2nd demerit, edge surface distance during I/O cannot use for power sources (also for 2-3mm and reinforced insulation, with the power transformer for AC/DC adaptors, about 0.5mm is usually the need) very small. As the 3rd demerit, disc-like structure has complicated manufacture and requires many processes.

[0009] the purpose of this invention -- a thin shape -- low -- it is offering the drive approach of providing, after securing the distance for insulation during I/O of a \*\*\*\* laminating mold piezoelectric transformer, and its laminating mold piezoelectric transformer.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The input section which has two or more electrodes with which according to this invention the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in a piezo-electric ceramic regular-polygon plate, It has the output section whose electrostrictive ceramics layer and electrode have similarly two or more electrodes by which the laminating was carried out by turns in the thickness direction so that phase opposite may be carried out. The piezoelectric transformer characterized by carrying out polarization of said each inter-electrode one in said input section and said output section in the thickness direction of said piezo-electric ceramic regular-polygon plate is obtained.

[0011] Moreover, the input section which has two or more electrodes with which according to this invention the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in the central field of an electrostrictive ceramics regular-polygon plate, It has the insulating ring domain which does not have an electrode on the outside, and the output section which has two or more annular electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be further carried out in the thickness direction on the outside. The piezoelectric transformer characterized by carrying out polarization of said each inter-electrode one in said input section and said output section in the thickness direction of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate is obtained.

[0012] Moreover, the output section which has two or more electrodes with which according to this invention the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be carried out in the thickness direction in the central field of an electrostrictive ceramics regular-polygon plate, It has the insulating ring domain which does not have an electrode on the outside, and the input section which has two or more annular electrodes with which the laminating of the electrode was carried out to the electrostrictive ceramics layer by turns so that phase opposite might be further carried out in the thickness direction on the outside. In said input section and said output section, the piezoelectric transformer characterized by carrying out polarization of each inter-electrode one in the thickness direction of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate is obtained.

[0013] Moreover, according to this invention, the drive approach of the piezoelectric transformer characterized by making said piezoelectric transformer drive by the primary path breadth oscillation mode of said electrostrictive ceramics regular-polygon plate or the 3rd path breadth oscillation mode is acquired.

[0014]

[Function] the piezoelectric transformer of this invention -- a thin shape -- low -- it becomes possible to provide, after securing the distance for insulation during I/O of a \*\*\*\* laminating mold piezoelectric transformer.

[0015] Furthermore, it becomes possible to offer a piezoelectric transformer with the same property as the above in the easy regular-polygon plate configuration of manufacture.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained with reference to drawing 1. The dimension of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation is the forward octagon whose piece is 7.7mm, and is 2.3mm in thickness. Drawing 1 (a) is the top view (a dotted line is an internal electrode pattern) of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation, those with a sectional view and drawing 1 (c) drawing 1 (b) indicated the internal structure of the piezoelectric transformer of drawing 1 (a) to be are the partial enlarged drawing of drawing 1 (b), and drawing 1 (d) is the stress of the piezoelectric transformer of drawing 1 (a), and a displacement distribution map. An internal electrode pattern is divided into what functions as the input section 12, and the thing which functions as the output section 13, is carried out in the thickness direction of the piezoelectric transformer forward octagon plate 11 2 \*\*\*\*s, and is prepared in it, respectively as shown in drawing 1 (b).

[0017] In the central field of the boundary of the input section 12 and the output section 13, the insulating region 14 of the ceramics of the shape of a forward octagon with a thickness of 0.3mm which does not have an electrode is arranged. As shown in drawing 1 (b), the internal electrodes 15a and 15b for an input are arranged, the laminating of an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an input is carried out to the input section 12 by turns so that phase opposite may be carried out in the thickness direction in the central field of the electrostrictive ceramics forward octagon plate 11, and as the arrow head in drawing 1 (c) shows, polarization is carried out in the thickness direction. The input section is the laminated structure of one layer. As well as the output section, the internal electrodes 16a and 16b for an output are arranged, and polarization is mutually carried out to the reverse sense in the thickness direction the one layer of every thickness directions. The output section is the laminated structure of four layers. Polarization performed both I/O with the field strength of  $1\text{ kV/nm}$  in the 150-degree C silicone oil. 60 ohms of load resistance are connected to the output side of the piezoelectric transformer made as an experiment, and the result of having measured a vibrator constant and power characteristics is shown in the following table 1.

[0018]

[Table 1]

表1 振動子特性およびパワー特性

| 特性          | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4  |
|-------------|------|------|------|-------|
| $f_r$ (KHz) | 120  | 120  | 110  | 110   |
| $Cd2$ (nF)  | 22   | 20   | 20   | 18    |
| $Qm_1$      | 500  | 400  | 800  | 760   |
| $\gamma_1$  | 4.2  | 7.2  | 7.2  | 8.8   |
| $\gamma_2$  | 3.0  | 5.0  | 5.5  | 6.7   |
| 変成比         | 3:1  | 4:1  | 5:1  | 4.6:1 |
| 出力電力 (W)    | 16   | 15   | 16   | 14    |
| 温度上昇 (°C)   | 20   | 35   | 30   | 34    |
| 効率 (%)      | 91   | 88   | 93   | 92    |

[0019] In the above-mentioned table 1, the vibrator constant and power characteristics in a \*\*\*\*\*-like bear are displayed on an upper case in the vibrator constant at the time of very small vibration, and are displayed on the lower berth in the load.  $f_r$  is resonance frequency and  $Cd2$  is output side braking capacity and  $Qm2$  here. An output side mechanical quality factor (quality factor) and  $\gamma_1$  show an input-side capacity factor, and  $\gamma_2$  shows the output side capacity factor.

[0020] Next, the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained with reference to drawing 2. The dimension of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation is the forward octagon whose one side is 7.7mm, and is 2.3mm in thickness. Drawing 2 (a) is the top view (a dotted line is an internal electrode pattern) of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation. Those with a sectional view drawing 2 (b) indicated the internal structure of the piezoelectric transformer of drawing 2 (a) to be, Drawing 2 (c) is the partial enlarged drawing of drawing 2 (b), drawing 2 (d) is the stress in the primary oscillation mode of the piezoelectric transformer of drawing 2 (a), and a displacement distribution map, and drawing 2 (e) is the stress in the 3rd oscillation mode of the piezoelectric transformer of drawing 2 (a), and a displacement distribution map.

[0021] Two \*\*\*\*\*s of internal electrode patterns are carried out in the direction of a periphery of the piezoelectric transformer forward octagon plate 21 through an insulating region 24, and they are prepared in it as shown in the internal electrode pattern shown by the dotted line of drawing 2 (a). The internal electrode pattern of a center section functions as the input section 22, and the internal electrode pattern of the boundary region functions as the output section 23. The insulating region 24 of the ceramics which does not have an electrode is arranged in the border area of the input section 22 and the output section 23.

[0022] As shown in drawing 2 (b), the internal electrodes 25a and 25b for an input are arranged, and the laminating is carried out to the input section 22 by turns so that an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an input may carry out phase opposite in the thickness direction in the central field of the electrostrictive ceramics forward octagon plate 21. As the arrow head of drawing 2 (c) shows, polarization of inter-electrode is carried out to the reverse sense the one layer of the whole thickness directions.

[0023] The shape of an edge and the annular internal electrodes 26a and 26b for an output are arranged, and the laminating is carried out to the output section 23 by turns so that an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an output may carry out phase opposite in the thickness direction in the periphery field of the electrostrictive ceramics forward octagon plate 21. As the arrow head of drawing 2 (c) shows, polarization of inter-electrode is carried out to the reverse sense the one layer of the whole thickness directions. Said inter-electrode polarization performs both I/O with 1 kv/mm field strength in a 150-degree C silicone oil.

[0024] 60 ohms of load resistance are connected to the output side of the piezoelectric transformer made as an experiment, and it is shown in Table 1 which described above the result of having measured the power characteristics in a vibrator constant and the primary path breadth oscillation mode.

[0025] Next, the gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained with reference to drawing 3. The dimension of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation is the square whose piece is 20mm, and is 2.3mm in thickness. Drawing 3 (a) is the top view (a dotted line is an internal electrode pattern) of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation, those with a sectional view and drawing 3 (c) drawing 3 (b) indicated the internal structure of the piezoelectric transformer of drawing 3 (a) to be are the partial enlarged drawing of drawing 3 (b), and drawing 3 (d) is the stress of the piezoelectric transformer of drawing 3 (a), and a displacement distribution map. An internal electrode pattern is divided into what functions as the input section 32, and the thing which functions as the output section 33, is carried out in the thickness direction of the piezoelectric transformer square plate 31 2 \*\*\*\*\*s, and is prepared in it, respectively as shown in drawing 3 (b).

[0026] In the central field of the boundary of the input section 32 and the output section 33, the insulating region 34 of the ceramics of the shape of a square with a thickness of 0.3mm which does not have an electrode is arranged. As shown in drawing 3 (b), the internal electrodes 35a and 35b for an input are arranged, the laminating of an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an input is carried out to the input section 32 by turns so that phase opposite may be carried out in the thickness direction in the central field of the electrostrictive ceramics square plate 31, and as the arrow head in drawing 3 (c) shows, polarization is carried out in the thickness direction. The input section is the laminated structure of one layer. As well as the output section, the internal electrodes 36a and 36b for an output are arranged, and polarization is mutually carried out to the reverse sense in the thickness direction the one layer of every thickness directions. The output section is the laminated structure of four layers. Polarization performed both I/O with the field strength of 1kv/njm in the 150-degree C silicone oil. 60 ohms of load resistance are connected to the output side of the piezoelectric transformer made as an experiment, and the result of having measured a vibrator constant and power characteristics is shown in the above-mentioned table 1.

[0027] Next, the gestalt of operation of the 4th of this invention is explained with reference to drawing 4. The dimension of the

piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation is the square whose one side is 20mm, and is 2.3mm in thickness. Drawing 4 (a) is the top view (a dotted line is an internal electrode pattern) of the piezoelectric transformer concerning the gestalt of this operation, those with a sectional view and drawing 4 (c) drawing 4 (b) indicated the internal structure of the piezoelectric transformer of drawing 4 (a) to be are the partial enlarged drawing of drawing 4 (b), and drawing 4 (d) is the stress in the primary oscillation mode of the piezoelectric transformer of drawing 4 (a), and a displacement distribution map. Two \*\*\*\*s of internal electrode patterns are carried out in the direction of a periphery of the piezoelectric transformer square plate 41 through an insulating region 44, and they are prepared in it as shown in the internal electrode pattern shown by the dotted line of drawing 4 (a). The internal electrode pattern of a center section functions as the input section 42, and the internal electrode pattern of the boundary region functions as the output section 43. The insulating region 44 of the ceramics which does not have an electrode is arranged in the border area of the input section 42 and the output section 43.

[0028] As shown in drawing 4 (b), the internal electrodes 45a and 45b for an input are arranged, and the laminating is carried out to the input section 42 by turns so that an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an input may carry out phase opposite in the thickness direction in the central field of the electrostrictive ceramics square plate 41. As the arrow head of drawing 4 (c) shows, polarization of inter-electrode is carried out to the reverse sense the one layer of the whole thickness directions.

[0029] The shape of an edge and the annular internal electrodes 46a and 46b for an output are arranged, and the laminating is carried out to the output section 43 by turns so that an electrostrictive ceramics layer and the internal electrode for an output may carry out phase opposite in the thickness direction in the periphery field of the electrostrictive ceramics square plate 41. As the arrow head of drawing 4 (c) shows, polarization of inter-electrode is carried out to the reverse sense the one layer of the whole thickness directions. Said inter-electrode polarization performs both I/O with 1 kv/mm field strength in a 150-degree C silicone oil.

[0030] 60 ohms of load resistance are connected to the output side of the piezoelectric transformer made as an experiment, and it is shown in Table 1 which described above the result of having measured the power characteristics in a vibrator constant and the primary path breadth oscillation mode. The appearance configurations of a piezoelectric transformer differ as compared with the above-mentioned gestalt of the 2nd operation, and also the gestalt of this operation from a structural standpoint is the same here.

[0031] The same effectiveness is acquired even if it makes it drive by the 3rd oscillation mode, although it is the example which made both the input side of the piezoelectric transformer concerning the above-mentioned gestalt of the 1st - the 4th operation, an output side, or I/O drive by the primary path breadth oscillation mode of said electrostrictive ceramics disk and said electrostrictive ceramics square plate, respectively. In addition, the stress in the 3rd path breadth oscillation mode which can set the above-mentioned piezoelectric transformer concerning the gestalt of the 2nd operation, and a displacement distribution map are shown in drawing 2 (e).

[0032] In addition, with the gestalt of the above-mentioned 2nd and the 4th operation, the input sections 22 and 42 are formed in the central field of the electrostrictive ceramics forward octagon plate 21 and the electrostrictive ceramics square plate 41, respectively. Although the output sections 23 and 43 are formed in the periphery field of the electrostrictive ceramics forward octagon plate 21 and the electrostrictive ceramics square plate 41, respectively, as long as the suitable number of laminatings and area are obtained, the input section may be prepared in a periphery field and they may prepare the output section in a central field.

[0033]

[Effect of the Invention] according to the piezoelectric transformer of this invention, an input side, an output side, or both sides used the primary path breadth oscillation mode  $k_r \rightarrow \text{small} \rightarrow \text{low} \rightarrow$  it becomes possible to offer the piezoelectric transformer excellent in \*\*\*\* mass-production nature.

---

[Translation done.]